Lane Medical Library

Aus der Medizinischen Veterinärklinik der Universität Gießen
Direktor: Professor Dr. Nörr

192

Grundlagen der Aufnahmetechnik des Elektrokardiogrammes von Pferd und Rind und ihre Ergebnisse

Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Veterinärmedizinischen Fakultät

der

Hessischen Ludwigs-Universität

zu Gießen

vorgelegt von

Otto Lautenschlager

Tierarzt aus Grafenwöhr (Bayern)

Gießen 1928

184

Gedruckt mit Genehmigung der Veterinärmedizinischen Fakultät zu Gießen

Referent: Professor Dr. J. Nörr

Universitätsverlag von Robert Noske in Borna-Leipzig

Meinen lieben Eltern
gewidmet

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40154005_0184

Einleitung.

Neben den herkömmlichen klinischen Herzuntersuchungsmethoden, wie Inspektion, Palpation, Auskultation und Perkussion, haben in den letzten Jahrzehnten in der medizinischen Welt die graphischen Untersuchungsmethoden mittels feiner apparativer Einrichtungen einen wachsenden Ausbau erfahren. Unter ihnen hat besonders die Elektrokardiographie, worunter man die graphische Aufzeichnung der bei der Kontraktion des Herzmuskels entstehenden rhythmischen Aktionsströme mittels eines hochempfindlichen, rasch reagierenden Galvanometers versteht, eine große Bedeutung erlangt. Die damit gewonnenen Kurven oder Elektrokardiogramme ermöglichen in überaus übersichtlicher Weise einen Einblick in die Arbeit der einzelnen Herzabschnitte, vor allem hinsichtlich ihrer Koordination, und geben einen Überblick, wie es sonst nur bei Verwendung von vereinigter Arterien- und Venenpulsschreibung, gegebenenfalls ergänzt durch die Herzstoßkurve, erreicht werden kann. Da diese polygraphischen Methoden gerade bei Tieren zum mindesten schwierig, wenn nicht ganz undurchführbar sind, so ist die Elektrokardiographie, die uns in ein und demselben Bild die Arbeit von Kammer und Vorhof im Verhältnis dazu in ungleich einfacherer Weise vermittelt, zu begrüßen.

Wenn auch die Erkrankungen der Zirkulationsorgane beim Tiere klinisch nicht ganz dieselbe Rolle spielen wie beim Menschen, so ist es doch vom wissenschaftlichen Standpunkte aus wünschenswert, um gegenüber der beträchtlichen Forschung auf diesem Gebiet in der Humanmedizin nicht weiterhin nachzustehen, mit den besten zur Verfügung stehenden Methoden, in diesem Falle mit der Elektrokardiographie, die beim Tiere vorkommenden Zirkulationsstörungen zu erforschen, ihre kausalen Zusammenhänge aufzuklären und richtig zu diagnostizieren.

Während nun in der Humanmedizin sich im Laufe der letzten Jahre die Art der Ableitung immer mehr vervollkommnet hat, wurde, seit der Einführung der Elektrokardiographie in der Veterinärmedizin durch Nörr zu Beginn des vorigen Jahrzehntes, in dieser Hinsicht keine Verbesserung mehr vorgenommen.

Daher wurde ich von Herrn Prof. Nörr beauftragt, um für weitere Arbeiten auf diesem Gebiete den Weg zu ebnen, möglichst bequem und schnell anlegbare Elektroden, natürlich unter besonderer Berücksichtigung der damit erzielten Elektrokardiogramme, ausfindig zu machen.

Ferner erhielt ich die Aufgabe, bei Pferd und Rind geeignete Ableitungsorte topographisch-anatomisch festzulegen, die ein für alle Mal eingehalten werden sollen; denn nur bei einheitlichem Ableitungsorte ist es möglich, Ergebnisse bei der Forschung auf diesem Gebiete, besonders Ergebnisse pathologischer Art, zu vergleichen. Auch hier soll sowohl auf die technische Eignung als auch auf die Eignung hinsichtlich der damit erzielten Elektrokardiogramme geachtet werden.

I. Hauptteil.

Elektroden.

Die bisherigen Elektroden.

Die Art der Ableitung der elektrischen Herzströme von der Körperoberfläche hat seit dem Aufkommen der Elektrokardiographie zu einer großen Anzahl von Versuchen geführt und sich immer mehr vervollkommnet. Die vielerlei dazu benützten Elektroden lassen sich in zwei Gruppen teilen: in zusammengesetzte, komplizierte Elektroden oder Wannenelektroden und einfache, meist flächenförmige Metallelektroden.

Beim Menschen wendete man bei der Ableitung zu klinischen Zwecken zuerst die Wannenelektroden an. So ließ Einthoven die Extremitäten der Patienten in mit phys. Kochsalzlösung gefüllte Tongefäße tauchen, welche in großen Trögen mit $ZnSO_4$-Lösung standen. Von diesen wurde unter Vermittlung von amalgamierten Zinkplatten die Drahtverbindung zu den Galvanometerklemmen hergestellt. Dann versuchte man es nacheinander mit amalgamierten Zinkplatten (Weber), auch Zinkstäben (Boden und Neukirch). Diese preßte man auf die Extremitäten, die anfangs in mit Zinksulfat durchtränkte Watte oder Binden gewickelt wurden. Später legte man die Elektroden direkt auf die angefeuchtete Haut auf. Ferner nahm man Bleielektroden, Bleistreifen oder Bleiplatten. Die Extremität wurde mit NaCl-Lösung angefeuchtet, darauf Stoffbinden herumgewickelt, die ebenfalls mit NaCl-Lösung durchtränkt sein mußten, oder die Elektroden wurden direkt auf die durchfeuchtete Haut aufgelegt (Wenckebach und Winterberg). Weber hält schließlich Feinsilberplatten von rechteckiger Form in den Maßen 6 : 15 cm, die direkt auf die mit NaCl-Lösung benetzte Haut gebunden wurden, für am besten geeignet zur Ableitung. Schellong benutzt runde Kupferscheiben von 5 cm Durchmesser, die nach Entfettung der Haut über einem mit 20%iger NaCl-Lösung getränkten flachen Wattebausch mittels Leukoplaststreifen befestigt wurden.

Die im Tierexperiment schon lange zur Tiefenableitung, vor allem in der Physiologie zur Myographie, benutzten Nadelelektroden wurden

für klinische Zwecke zuerst von Robinson und Auer eingeführt. Man verwendete anfänglich Platinnadeln, weil diese nicht oxydieren, bald aber Stahlnadeln, ja gewöhnliche Nähnadeln. In Deutschland haben die Nadelelektroden zuerst Straub und Böttcher erprobt und empfohlen. Ersterer kommt zu dem Resultat, daß sich Nadeln, intracutan nur wenige Millimeter eingestochen, infolge Ausschaltung des Hautwiderstandes und ihrer leichten Anwendbarkeit sehr gut bewähren. Böttcher führt sie wegen der angeblich besseren Stabilität subcutan ein. Ihre Polarisierbarkeit wäre unbedeutend und Wechselströme von der Spannung des Elektrokardiogramms, also um 0,5 Millivolt herum würden mit genügender Treue wiedergegeben. Doch Weber und andere sprechen den Nadeln wegen ihrer angeblich zu starken Polarisierbarkeit ihre Eignung als Elektroden ab. Er sagt darüber: „Mit Nadelelektroden kann das Elektrokardiogramm wegen ihrer Polarisierbarkeit nur entstellt aufgenommen werden." Schließlich wird das Einstechen der Nadeln auch als ein den Menschen beunruhigender und belästigender Eingriff angesehen. Nur zu besonderen Zwecken, zur Ableitung von Thorax, ferner bei Myxoedem, Fettleibigkeit, um Flattern und Flimmern am Herzen festzustellen, sollen sie einige Vorteile bieten.

Bei den ersten Ableitungsversuchen zu veterinärklinischen Zwecken an großen Haustieren sah Nörr von vornherein von einer Wannenableitung ab. War diese Art dieser Ableitung schon bei kleinen Haustieren etwas schwierig, so war sie bei großen Haustieren fast undurchführbar. Daher nahm er von Anfang an Metallelektroden, und zwar zuerst amalgamierte Zinkplatten, die auf die mit Zinksulfat getränkter Watte umwickelte Extremität mittels Lederriemen aufgepreßt wurden. Diese Art der Ableitung gab er bald als zu umständlich und kostspielig auf und nahm statt der Watte Flanellbinden, die vorher mit $ZnSO_4$-Lösung getränkt waren, und wickelte diese um die Extremität. Darauf wurden die amalgamierten Zinkplatten mittels Riemen befestigt. Dann versuchte er es mit Bleiplatten, die auf die mit Kochsalzlösung angefeuchtete und mit Handtüchern, die ebenfalls feucht sein mußten, bedeckte Ableitungsstelle gepreßt wurden. Schließlich preßte er die oben erwähnten 12 cm breiten und 8 cm langen amalgamierten Zinkplatten mittels Gurten direkt auf die Ableitungsstelle auf, nachdem das Haarkleid dort mit $ZnSO_4$-Lösung stark durchfeuchtet worden war.

Beurteilung der bisherigen Elektroden.

Die Hauptbedingung guter Elektroden ist deren Unpolarisierbarkeit und Gleichartigkeit. Die Wannenelektroden wären somit vollkommen einwandfrei, haben ferner noch den Vorteil, daß durch das Ein-

tauchen der Extremitäten in die leitende Flüssigkeit eine verhältnismäßig große Körperoberfläche mit den ableitenden Elektroden in Verbindung gebracht wird. Dagegen sind Metallelektroden immer polarisierbar, d. h. sie erzeugen Eigenstrom. Um diesen so zu mindern, daß er die feinen Aktionsströme des Herzens nicht beeinflussen konnte, gab man den jeweiligen Metallelektroden eine große Oberfläche, um so die Stromdichte herabzusetzen. Zinkplatten hat man außerdem aus demselben Grunde amalgamiert, um ihnen eine glatte Oberfläche zu geben.

Zusammenfassend kann also über die bisherigen Elektroden gesagt werden, daß sie theoretisch ihren Zweck erfüllen, für praktisch veterinärklinische Zwecke aber stellen sie sich durch ihre schwierige Art des Anlegens als nicht ganz zweckmäßig heraus.

Eigene Versuche.

Meine Ableitungsversuche machte ich mit einem neu angeschafften Elektrokardiographen der Firma Siemens & Halske. Seine Hauptbestandteile sind ein hochempfindliches Spulengalvanometer, die Schalteinrichtung zur Kontrolle des Galvanometers und zur Aufnahme der Aktionsströme, der Beobachtungs- und Aufnahmeapparat.

Der Apparat steht im Untersuchungsraum für große Haustiere. Die Tiere wurden meist in denselben Raum gebracht und auf eine Gummimatte gestellt. Die Ableitungsdrähte verlaufen vom Tier zunächst zur Decke, führen von dort weiter an dieser entlang und verlassen diese wieder über dem Standort des Elektrokardiographen. Die vom Tier ableitenden Drähte verlaufen in 2 m Länge getrennt voneinander und wurden, um falsche Polung zu vermeiden, rot und grün gewählt; dabei leitete rot immer Herzspitzenpotential, grün Basispotential ab. Mittels eines Zugapparates konnten die herabhängenden Leitungsdrähte nach Gebrauch so in die Höhe gezogen werden, daß sie bei der Untersuchung großer Haustiere im selben Raum nicht störten und auch nicht beschädigt werden konnten. Eine durch die ganze Klinik gehende, durch Rohre geschützte Leitung ermöglichte es, auch von den Ställen selbst abzuleiten, so daß schwerkranke Patienten nicht in den Untersuchungsraum gebracht werden mußten.

1. Versuchsreihe.

Bei meinen Versuchen, die für veterinärklinische Zwecke brauchbarsten Elektroden ausfindig zu machen, verfuhr ich folgendermaßen:

Ich benützte unter Ausschaltung der bisher bei Ableitung vom Tier verwendeten Elektroden, ausgenommen den direkt auf die angefeuchtete Haut aufgelegten amalgamierten Zinkplatten, Silberplatten und Nadeln.

Die Zinkplatten wählte ich in einer Größe von 12:18 cm mit einer kleinen Zunge zum Anlegen der Klemmschrauben.

Die Silberplatten benützte ich in der von der Firma Siemens & Halske gelieferten, für Extremitätenableitung beim Menschen bestimmten Form und Größe von 6:15 cm.

Als Nadeln nahm ich Metallnadeln, ebenfalls zur Ableitung vom Menschen bestimmt (Siemens & Halske),

ferner Nadeln eigener Konstruktion von stärkerem Bau,

endlich gewöhnliche Injektionskanülen von zwei verschiedenen Größen.

Die Nadeln waren jeweils in ein ähnliches Ansatzstück wie Injektionsnadeln eingelassen und ermöglichten so ein leichtes An- und Ablegen dieser Elektroden. Dabei wurden auf einen konischen, mit ringsum laufenden Einkerbungen versehenen Metallstift die Nadeln

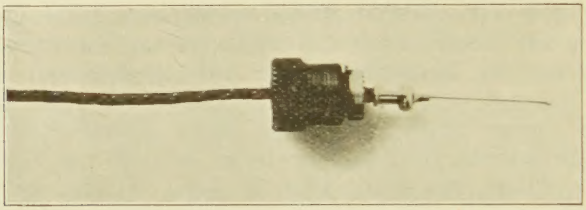


Abb. 1.

ähnlich wie eine Injektionskanüle auf eine Spritze aufgesetzt. Der Metallstift stellte in der Mitte eines Hartgummistückes die Verbindung mit den abführenden Leitungsdrähten her (s. Abb. Nr. 1).

Um größere Haltbarkeit der Nadeln zu erzielen und um besseren Kontakt zwischen Nadeln und Ableitungsdraht zu erhalten, sowie ein Auswechseln der Nadeln zu erleichtern, ließ ich eine Verbindung mittels Bajonettverschlusses herstellen. Zu diesem Zwecke wurde in den konischen die Verbindung mit dem Leitungsdraht herstellenden Metallstift ein kleines Stiftchen eingelassen und das Ansatzstück der Nadeln mit einer entsprechenden darauf passenden Einkerbung versehen. Neben den angeführten Vorteilen kommt aber dieser Bajonettverschluß teuerer, da man nicht die gewöhnlichen handelsüblichen Injektionskanülen benützen kann, sondern Nadeln mit besonders eingekerbtem Ansatzstück dazu nötig sind (s. Abb. Nr. 2).

Beim Ausprobieren der einzelnen Elektroden ging ich so vor, daß ich zuerst mit amalgamierten Zinkplatten ableitete, die Ableitungsstelle markierte, um vom selben Platze mit Silberplatten und schließlich vom Zentrum dieser Fläche mit Nadeln abzuleiten. Von besonderer Wichtigkeit war es dabei, unter denselben Verhältnissen, vor allem bei gleicher

Abb. 2.

Meßschleifenempfindlichkeit zu arbeiten, um einwandfreie Vergleiche führen zu können.

Bei den an einer großen Anzahl von Pferden und Rindern der hiesigen Klinik durchgeführten vergleichenden Ableitungsversuchen konnte ich hinsichtlich der Technik ihrer Anlegung folgendes feststellen:

Zinkplatten.

Schwierig und zeitraubend gestaltet sich das Amalgamieren der Platten, die einmal amalgamiert, sehr brüchig sind und oft erneuert werden müssen. Ebenfalls ist vorher die leitende $ZnSO_4$-Lösung herzustellen, evt. vorher leicht anzuwärmen. Hierauf muß der Brustgurt mit einem Verbindungsstück um die Vorderbrust angelegt werden. Der Gurt erwies sich je nach Tierart, Körperbau und Ernährungszustand bald zu weit, bald zu eng und mußte zuerst von Fall zu Fall zurechtgeschnallt werden. Bei kleinen oder abgemagerten Tieren paßte er überhaupt nicht und es war nötig, Tücher zwischen Elektroden und Brustgurt einzuschieben, um Kontakt zu erhalten.

Zum Halten des Tieres ist unbedingt eine Hilfskraft erforderlich, weil bei Unruhe eine Verschiebung der Platten unausbleiblich ist. Manchmal benötigte ich sogar eine zweite Person, um eine Elektrode, mit der wegen besonderer Körperform nur schwer Kontakt zu erhalten war, aufdrücken zu lassen.

Silberplatten.

Von derselben Stelle leitete ich dann mittels Silberplatten ab. Zu diesem Zwecke entfernte ich die letzten Spuren von der Zinksulfatlösung

mittels warmen Wassers von der Hautoberfläche, feuchtete mit Kochsalzlösung an und verfuhr dann im wesentlichen wie bei der Ableitung mit Zinkplatten. Nur gestaltet sich das Anlegen der Elektroden noch viel schwieriger wegen der unhandlichen Form derselben. Es gelang meist nur einen Teil der Platten richtig zum Aufliegen zu bringen und es mußte fast immer mit zwischen Gurt und Elektroden gepreßten Tüchern nachgeholfen werden. Da die Platten sehr dünn und glatt waren, hielten die Klemmschrauben nur schwer und glitten leicht ab. Die Mithilfe zweier Personen ist bei Anwendung dieser Elektrodenart fast unumgänglich notwendig.

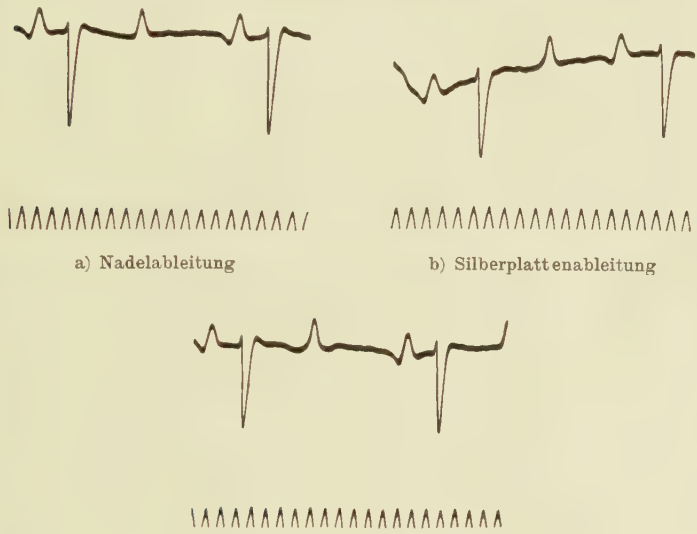
Nadeln.

Im Zentrum der markierten Fläche führte ich dann die Nadelelektrode, nachdem ich eine Hautfalte gebildet hatte, mit einem kräftigen, kurzen Drucke ein.

Ich konnte feststellen, daß es schon genügt, die Nadel nur ganz wenig, ca. 1—2 cm in senkrechter Richtung intracutan einzustechen, um guten Kontakt zu erhalten, ebenfalls schräg intracutan nur wenige Millimeter, wie ja auch bei den Ableitungsversuchen am Menschen nachgewiesen wurde (Straub). Trotzdem halte ich es für besser, der größeren Haltbarkeit wegen, die Nadeln zur Hälfte oder besser in ihrer ganzen Länge bis zum Ansatze subcutan einzuführen. Am besten hat sich ein Einstechen von oben nach unten bewährt, da so ein Herausgleiten der Elektroden bei evt. Unruhe von seiten des Tieres durch das Eigengewicht von Nadeln, Verbindungsstück und Leitungsdrähten ausgeschlossen ist. Sehr wichtig ist es natürlich, daß die Nadeln sogleich nach Gebrauch in starke Desinfektionsflüssigkeit, am besten Teerderivate, gelegt werden, um dort bis zum nächsten Gebrauch liegen zu bleiben.

Was die Brauchbarkeit der von mir angewandten Nadeln anbelangt, so erwiesen sich die von der Firma Siemens & Halske gelieferten insofern unbrauchbar, als sie an das Anschlußstück nur aufgelötet waren und sich sehr bald, besonders wenn sie durch die derbe, lederartige Haut mancher Rinder gestochen werden sollten, bogen und abbrachen. Die von mir ferner angewandten, stärkeren Stahlnadeln wiesen denselben Nachteil auf. Gut brauchbar waren indes Hohlnadeln kleinen Kalibers, die infolge ihrer lanzettlichen Spitze und handlichen Form sich recht leicht einführen ließen und noch dazu bei evt. Abbrechen, ohne einen großen Verlust zu bedeuten, leicht ersetzt werden konnten. Der Versuch mit größeren Injektionsnadeln zeigte keine Vorteile, eher Nachteile, infolge der durch sie hervorgerufenen größeren Verletzung und des zu starken Eigengewichtes.

Mit Nadelelektroden gelingt es in wenigen Minuten, die Aufnahme eines Elektrokardiogramms in die Wege zu leiten. Es ist daher möglich und von mir öfters durchgeführt worden, ein Tier, das zur Untersuchung in die Poliklinik kam, bei Beginn der allgemeinen Untersuchung zu elektrokardiographieren und noch vor Abschluß der Untersuchung den Film zu entwickeln, um somit die erhaltene Herzstromkurve zur Ergänzung und Vervollkommnung des Befundes bei der Herzuntersuchung heranzuziehen. Ferner konnte bei Pferden unmittelbar nach der Be-



a) Nadelableitung

b) Silberplattenableitung

c) Zinkplattenableitung

Abb. 3.

Fuchsstute, 6 Jahre alt. — Verschiedene Größe der J-Schwankung; auf- und absteigende Kurve bei b.

wegung, ohne daß noch durch Ausschirren Beruhigung eingetreten war, durch die augenblicklich eingeführten Nadeln vom Hofe aus abgeleitet werden. In Fällen, wo es galt, die Herztätigkeit eines Tieres auf längere Zeit hin, bis zu einer Stunde und mehr im Auge zu behalten, wurden die Nadeln der Einfachheit halber stecken gelassen und von Zeit zu Zeit Herzschläge registriert. Bei einer dabei gegebenenfalls festgestellten Veränderung des Elektrokardiogramms konnte auf diese Weise von vornherein die Möglichkeit einer Veränderung der Herzstromkurve durch

veränderte Ableitung mit Sicherheit ausgeschlossen werden. Es konnte auf diese Weise die sich ändernde Tätigkeit des Herzens infolge von angewandten Herzmitteln oder in der Agonie längere Zeit auf der Mattscheibe beobachtet und interessante Stellen registriert werden. Schließlich muß in Betracht gezogen werden, daß bei Nadelableitung höchstens eine Hilfsperson nötig ist, in vielen Fällen bei ruhigen Patienten gelang es mir allein, ein Elektrokardiogramm aufzunehmen. Vergleicht man die in diesem Versuche angewendeten Elektroden hinsichtlich ihrer Handhabung, so läßt sich feststellen, daß Nadeln zur Ableitung von Elektrokardiogrammen sich am zweckmäßigsten erweisen.

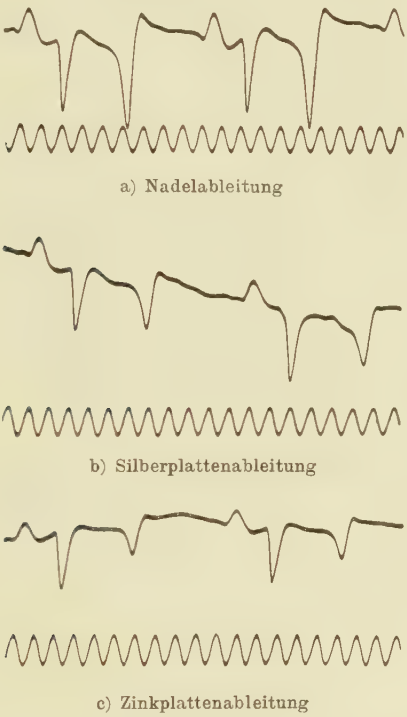
Die Eignung der einzelnen Elektroden hinsichtlich der Brauchbarkeit der damit erzielten Elektrokardiogramme soll im folgenden ausgeführt werden:

Bei all den drei Elektrodenarten wurde unter gleichen Ableitungsverhältnissen der Typ des Elektrokardiogramms gewahrt. Die Zacken und Zackengruppen, soweit es gelang, mit Platten guten Kontakt zu erhalten, behielten untereinander gleiche Größe und zeigten gleiche Ablaufszeit.

Bei Ableitung mit Nadeln waren indes die Ausschläge unter Beibehaltung ihres gegenseitigen Größenverhältnisses meist bedeutend höher als bei Zinkplatten. Zwischen diesen standen die Silberplatten. Die größeren Ausschläge, d. h. die größeren Zacken werden dadurch bei Nadelelektroden erzielt, daß durch das subkutane Einführen derselben der Hauptwiderstand überwunden wird. Bei den Ableitungsversuchen am Menschen wurde festgestellt, daß der größte Widerstand im ganzen stromführenden System die fettgetränkte Isolierschicht der Haut bildet. Wenn dieser Satz für die verhältnismäßig feine, reinlich gehaltene Haut des Menschen gilt, so darf es nicht verwundern, wenn man nach Ausschaltung dieses Widerstandes beim Pferd und beim Rind Veränderungen erzielen kann, die zur Verbesserung des Elektrokardiogramms führen. Ist doch deren Haut in der Regel stark mit Talg, abgestoßenen Epithelien, Schweiß und Schmutz bedeckt, vor allem aber ist die meist dichte Behaarung zu berücksichtigen und das vermutliche Auftreten von Luftblasen zwischen Haut und Platten (Abb. 4). Ferner ergab ein Vergleich der mit den verschiedenen Elektroden erzielten Herzstromkurven, daß bei vorübergehender Unruhe des Tieres bei Plattenableitung das Elektrokardiogramm stark verzittert war und nicht in einer normal nahezu horizontalen, sondern auf- und absteigenden Kurve verlief (siehe Abb. 3b u. 4b). Zum Teil kamen dabei die Ausschläge überhaupt nicht auf den Film. Bei Nadelableitung konnte ich unter den nämlichen ungünstigen Verhältnissen immer noch brauchbare Kurven erzielen. Die Berührungsfläche der Nadeln mit Haut und Muskulatur ist

eben viel kleiner, und es werden starke Muskelströme, wie sie bei Unruhe des Tieres entstehen, nicht in demselben Maße übertragen wie durch die in breiter Fläche aufliegenden Platten.

Ferner muß erwähnt werden, daß der Kontakt bei Platten mit der Körperoberfläche ein unsicherer ist. Veränderungen und Verschiebungen



a) Nadelableitung

b) Silberplattenableitung

c) Zinkplattenableitung

Abb. 4.

Schwarzbuntes Niederungsrind, 4 Jahre alt. Syst. 3. Papiergeschwindigkeit 40, wechselnde Ausschlaghöhe.

auf der beabsichtigten Aufliegefläche sind unvermeidlich, was unbedingt verzerrte, in der Größe der Zacken variierende Kurven zur Folge hat. Dagegen besteht bei Nadelelektroden Kontakt so lange, als sie sichtbar in der Haut stecken. Es ist nur darauf zu achten, daß sie auch festsitzen, um „Wackelkontakt" auszuschließen. Es kann dann

geradezu mit geometrischer Genauigkeit mit Nadeln von der beabsichtigten Körperstelle abgeleitet werden.

Einen schädigenden Einfluß durch die Polarisierbarkeit der Nadeln auf die feinen Aktionsströme des Herzens konnte ich in keinem Falle feststellen. Es zeigen sich im Gegenteil geradezu mit Abstand die mit Nadelelektroden gewonnenen Kurven weniger verzittert. (Theoretisch sind die Nadeln wegen ihrer kleinen Oberfläche wohl stärker polarisierbar im Vergleich zu den absichtlich groß und flächenhaft gewählten Metallplatten.)

Fest steht, daß amalgamierte Platten leicht chemisch angegriffen werden und dann wegen ihrer Ungleichheit größeren Eigenstrom entwickeln. Bei Silberplatten besteht diese Gefahr nicht. Auch bei Nadeln konnte ich in dieser Hinsicht keinen entstellenden Einfluß auf das Elektrokardiogramm sehen. Schließlich bürgen die Injektionskanülen, die doch fabrikmäßig aus ein und demselben Metall hergestellt sind, sowohl in Form als auch Zusammensetzung für höchste Gleichartigkeit.

Wenn das Einstechen der Nadeln bei Menschen als ein beängstigender und belästigender Eingriff angesehen wird, so ist das zu verstehen. Für das Tier braucht man diese Befürchtung nicht zu haben. Dagegen kann das Anlegen der Platten, infolge des nötigen langen Hantierens am Tiere, dieses wohl beängstigen.

Bedenkt man schließlich, daß zur Nadelableitung eine oder gar keine Hilfsperson zur Aufnahme nötig ist, bei Plattenableitung aber mindestens ein bis zwei Mann, so sieht man auch daraus die großen Vorteile der Nadeln.

Vergleicht man die Vorteile und Nachteile der bei diesen Versuchen angewandten Elektroden, so kann einwandfrei festgestellt werden, daß Nadelelektroden sich zur Ableitung am Tier weitaus am zweckmäßigsten erweisen.

2. Versuchsreihe.

Da es im zweiten Teil meiner Arbeit über Ableitungsversuche galt, den ganzen Tierkörper gleichsam abzutasten und sehr viele Ableitungen dazu nötig waren, um den besten Ableitungsort festzustellen, war ich bestrebt, speziell für diesen Fall Elektroden von technischer Brauchbarkeit in Anwendung zu bringen, um nicht am ganzen Körper, vor allem empfindlichen Körperstellen mit Nadeln arbeiten zu müssen. Ich probierte dazu Elektroden aus, wie sie dem in der Klinik befindlichen Elektrisierapparat beigegeben sind, nämlich mit porösem Stoff überzogene, runde Messingscheiben von einem Durchmesser von 7 cm und einem aufgeschraubten isolierten Elektrodenhalter (s. Abb. Nr. 5).

Jede der beiden Elektroden wurde je von einem Mann dem Ableitungsort aufgedrückt, nachdem sowohl Elektrode als auch Ableitungsort mit phys. Kochsalzlösung angefeuchtet worden war.

Zum Vergleich wurde von derselben Stelle mit Nadeln abgeleitet, unter gleicher Apparateinstellung, vor allem gleicher Meßschleifenempfindlichkeit.

Ein Vergleich der beiden Elektrodenarten ergibt, daß wegen der zwei benötigten Helfer zum Halten der Elektroden — einer genügt wegen

Abb. 5.

der bei großen Haustieren weit auseinanderliegenden Ableitungspunkte meist nicht — die Methode in dieser Hinsicht der Nadelableitung nachsteht. Hinsichtlich der damit erzielten Elektrokardiogramme aber kann gesagt werden, daß sie ebensogut sind wie die gleichzeitig mit Nadeln gewonnenen, vorausgesetzt, daß die Haut und die Elektroden gut angefeuchtet sind und die Elektroden mit gleichmäßig leichtem Druck aufgepreßt werden. Diese Ableitungsmethode, die sich speziell für Abtastversuche bewährt, kann gewissermaßen als Reserveableitung dienen, wenn bei Pferd und Rind wegen besonderer Empfindlichkeit oder Böswilligkeit mit Nadeln die Ableitung nur schwer gelingen will.

Eine kombinierte Anwendung von Nadeln und Messinggriffelektroden, eine Ableitungsmethode, die ich ebenfalls bei meinem Versuche verwendete, ergab neben dem Vorteil, daß damit eine Hilfskraft eingespart wurde, verhältnismäßig brauchbare Elektrokardiogramme. Wohl waren die Ausschlage geringer und manchmal deutlich die Kurven verzittert, wohl infolge der Ungleichheit der Elektroden und der darauf zurückzuführenden Spannungsdifferenz.

Trotzdem halte ich diese Ableitungsmethode nicht für günstig, auf keinen Fall vergleichbar mit der einfachen Nadel- oder einfachen Messinggriffelektrodenableitung.

II. Hauptteil.

Ableitungsort.

Man unterscheidet eine direkte und eine indirekte Ableitung der Aktionsströme des Herzens.

Bei direkter Ableitung wird am ausgeschnittenen, in phys. Lösung liegenden Herzen oder vom Herzen in situ bei eröffnetem Thorax abgeleitet. Meist verwendet man die Herzen von Kaltblütern, Fröschen, Salamandern und Aalen, später auch kleine Warmblüter, besonders Hunde.

Eine Deutung des Elektrokardiogramms, d. h. die Deutung der Entstehung der einzelnen Zacken und Zackengruppen der Herzstromkurve, wäre ohne diese direkte Ableitung unmöglich gewesen. Nur auf diese Weise konnte Klarheit in das Dunkel gebracht werden, das anfänglich über das Elektrokardiogramm bestand, und soweit noch Zweifel bestehen, werden sie auch heute noch nur auf diesem Wege gelöst werden können.

Die indirekte Ableitung, die allein für klinische Zwecke in Betracht kommen kann, ist deshalb möglich und beruht darauf, daß die Aktionsströme des Herzens trotz ihres teilweisen Ausgleiches in den angrenzenden Geweben bis an die Körperoberfläche reichende Stromschleifen entsenden. Der Körper stellt in elektrophysiologischem Sinne mit seinem 70 % Wassergehalt eine das schlagende Herz umgebende phys. Flüssigkeit dar, deren Elektrolyte die Leitung und Schließung der Ströme vermitteln (Boden und Neukirch).

Schon im Jahre 1887 zeigte Waler, daß auch ohne Bloßlegung des Herzens von der unverletzten Haut die tief im Innern sich abspielenden bioelektrischen Vorgänge aufgefangen und auch mittels eines Kapillarelektrometers graphisch dargestellt werden können. Einen bestimmten Ableitungsort gibt er nicht an. Er sagt, es genüge, zwei verschiedene, möglichst viel vom Herzen zwischen sich fassende Teile der Körperoberfläche mit einem Galvanometer leitend zu verbinden.

Nach ihm hat Einthoven indirekt von der Körperoberfläche abgeleitet. Für den Menschen führte er die noch heute geübte Extremitätenableitung ein, die ein bequemes Anlegen jeglicher Art von Elek-

troden gestattet. Er macht den Vorschlag, das Elektrokardiogramm immer vom rechten und linken Arm und linken Bein abzuleiten. Von den drei möglichen Kombinationen bezeichnete er als Ableitung I oder Querableitung die Ableitung vom rechten und linken Arm, als Ableitung II oder Schrägableitung die Ableitung vom rechten Arm und linken Bein, als Ableitung III oder Längsableitung die Ableitung vom linken Arm und linken Bein.

Von Einthoven stammt auch das erste von Tschermak veröffentlichte Elektrokardiogramm des Pferdes. Leider gibt auch er nichts Näheres über den Ort der Ableitung an, und man kann nur vermuten, daß er vom Thorax ableitete.

Nörr, der als erster die Elektrokardiographie in die Veterinärklinik eingeführt hat, begann seine Versuche mit Ableitungen von den Extremitäten. Er gibt an, da vor allem die Ableitung linker Vorderfuß – rechter Vorderfuß, im Gegensatz zur bewährten Hand = Handableitung beim Menschen, beim Pferd wenig günstige Elektrokardiogramme ergibt. Am ehesten ist noch eine Ableitung rechtes Vorderbein – linkes Hinterbein brauchbar. Weitaus am geeignetsten hält er jedoch eine Ableitung von rechter Vorderbrust und linker Unterbrust. Er ging bei dieser Ableitung von dem Gedanken aus, möglichst nahe an das Herz heranzukommen.

Kahn, der als nächster diesbezügliche Versuche am Pferde veröffentlichte, bestätigte teils obige Befunde und hat sie zum Teil erweitert. Vor allem gibt er als erster genaue topographisch-anatomische Ableitungspunkte an. Er hält die Extremitätenableitung beim Pferd im Vergleich zum Menschen wegen des ungünstigen Extremitätenansatzes für ungeeignet. Während beim Menschen die Extremitäten durch Ansatz und Lage zur Herzachse sehr wohl geeignet sind, je nachdem das Potential der Herzspitze oder Basis anzunehmen, ist das beim Vierfüßler nicht der Fall. Er fand es daher als zweckmäßiger, vom Rumpfe selbst, und zwar an den Punkten abzuleiten, an denen annähernd die Längsachse des Herzens die Körperoberfläche trifft, ferner an solchen, deren Verbindungslinie ungefähr senkrecht zur Längsachse des Herzens die beiden Vorhöfe schneidet. Seine Ableitung a—b unterscheidet sich von der von Nörr angegebenen rvbr—lubr-Ableitung nur dadurch, daß der Potentialpunkt Herzbasis nicht auf die Vorderbrust, sondern auf die rechte Seite am Halsansatz zu liegen kommt. Dabei liegt a vor der Mitte des vorderen Skapularandes auf der rechten Seite und b an der Unterbrust links vor der Mittellinie. Die Ableitung von der Vorhofschnittlinie geschieht an den Punkten c—c_1, c etwas vor den Halbierungspunkten der Verbindungslinie und c_1 etwas hinter diesen links vom Thorax,

zwischen dem hinteren oberen Rand der Skapula und dem Ellenbogengelenk.

Über das Elektrokardiogramm des Rindes hat nur Nörr Studien gemacht. Er nahm von vornherein an, daß für Rind und Pferd nicht ganz dieselben Ableitungsorte in Betracht kommen können wegen der verschiedenen Lage des Herzens. Beim Rind steht nämlich das Herz noch senkrechter im Brustraum, und es kommen $^5/_7$ des Herzmuskels links von der Medianebene zu liegen.

Da wegen der steileren Lage des Herzens auch eine höher gelegene Ausmündung der Herzachse auf der rechten Körperseite anzunehmen war, wählte er auch den das Herzbasispotential ableitenden Punkt entsprechend höher und gibt als Ableitungsort die Regio praescapularis auf der rechten Seite an, die sich auch sehr gut zum Anlegen der Plattenelektroden eignete. Das Herzspitzenpotential ist wieder an der linken Seitenbrust abzuleiten.

Wie ersichtlich, wurden bei Ableitung der Elektrokardiogramme die verschiedensten Ableitungsorte gewählt. Während Einthoven gar keine Angaben über den Ableitungsort beim Pferd macht, gibt Kahn recht gut brauchbare Ableitungspunkte an, die indes auf veterinärklinische Zwecke nicht Bezug nehmen. Nörr, der bei der Wahl seiner Ableitungsorte wohl die technische Brauchbarkeit zur Ableitung am Tiere im Auge hatte, begrenzt die Ableitungsorte nicht näher und seine Angaben:

Ableitung beim Pferd von rechter Unterbrust und regio apicis und beim Rind regio praescapularis und regio apicis, lassen sehr mannigfaltige Ableitungen zu. Es ist aber unbedingt wichtig, die Elektrokardiogramme von einem kleinen, engbegrenzten, topographisch-anatomisch festgelegten Punkte abzuleiten, denn nur bei einheitlich gewähltem Ableitungsorte ist es möglich, die einzelnen Elektrokardiogramme vergleichen zu können. Da an kritischen Stellen, wie linker Unterbrust, rechter Vorderbrust, eine Verschiebung des Ableitungsortes um Handbreite genügt, um ein verändertes Bild zu geben, suchte ich bei Pferd und Rind Ableitungsorte, die obige Vorteile aufweisen, ausfindig zu machen.

Eigene Versuche.

Im ersten Teil meiner Ableitungsortsbestimmung ging ich ganz unabhängig von den bisher an Pferd und Rind gemachten Versuchen vor. Erst im zweiten Teil soll vergleichend auf die Ergebnisse bei den Ableitungen anderer eingegangen werden.

Meine diesbezüglichen Versuche begann ich am Pferde. Ich teilte zu diesem Zwecke den ganzen Tierkörper beiderseits, mit Ausnahme von Kopf und Extremitäten, von denen ich besondere Ableitungen machte, in gleichgroße, quadratische Felder ein mit einer Seitenlänge von 15 cm, im ganzen 106 Felder (s. Abb. 6). Dann legte ich an der linken Seite im Herzfeld eine Elektrode an und leitete mit der Basispotential ableitenden Elektrode von einem Feld nach dem anderen ab. Natürlich wurde dabei immer bei gleicher Apparateinstellung, vor allem gleichem Meßschleifensystem gearbeitet. Um Verwechslungen zu vermeiden, wurde nach jeder Aufnahme eine Markierung am Film vorgenommen. Wenn sich bei der Beobachtung der Ausschläge auf der Mattscheibe beim Ableiten von nahe beieinanderliegenden Punkten keine auffällige Veränderung ergab, ließ ich es beim Beobachten und sah von einer Registrierung ab.

Es kam bei diesen Abtastversuchen in erster Linie darauf an, denjenigen Ort ausfindig zu machen, der neben technischen Vorteilen, wie leichtes Anlegen der Elektroden, ein am besten brauchbares Elektrokardiogramm ergibt. Ich richtete dabei mein Augenmerk besonders darauf, daß in der Kurve der Vorkammerkomplex A und der in der Hauptsache zweiteilige Kammerkomplex J und F deutlich zum Ausdruck kamen. Auf das Gesamtergebnis dieser Abtastversuche soll später eingegangen werden.

In den Versuchen ergab sich einwandfrei, daß das beste Elektrokardiogramm erzielt wird, wenn das Herzbasispotential in der Gegend des mittleren und oberen Drittels der skapula und in der regio praescapularis auf der rechten Körperseite, das Spitzenpotential auf der linken Seite an der Unterbrust in der regio apicis abgeleitet wird. Bei unserer Figur (s. Abb. 6) sind besonders die Felder 2a, 2b, 2d, 1a, 1c und 1d geeignet. Davon wieder am besten die Felder 1c und 2d auf der rechten Körperseite und ein dem Felde 13b entsprechendes Feld auf der linken Körperseite.

Mit dieser Erscheinung stimmt nun auffallenderweise überein, daß die Herzachse beim Pferd tatsächlich ungefähr zwischen Scapula und Brustkorb, beim Berührungspunkt des mittleren und oberen Drittels des vorderen Scapularandes, in unserer Zeichnung am Berührungspunkte von 1b, 2a, 2c und 2d ausmündet. (Da je nachdem Systole oder Diastole besteht, die Herzachse verschieden zu liegen kommt und somit auch ihre Ausmundungspunkte variieren, kann ein einheitlicher Punkt der Ausmundung der Herzachse nur schwer angegeben werden.)

Diese Übereinstimmung des Ortes der Ausmündung der anatomischen Herzachse mit dem gefundenen besten Ableitungsort für das Elektrokardiogramm zeigt am besten folgender Versuch:

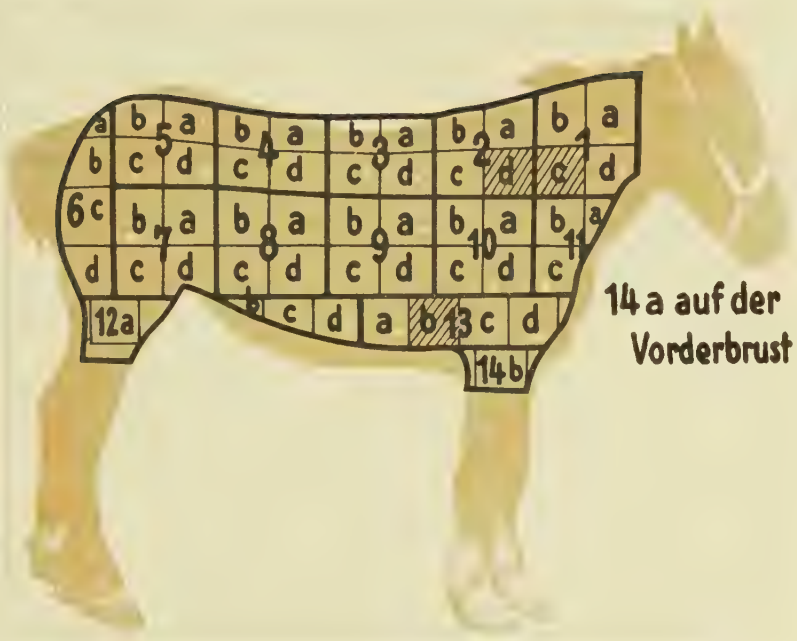


Abb. 6.

Dieselbe Einteilung wurde auf der linken Körperhälfte vorgenommen. Im ganzen 106 Felder. Beim Feld 1c und 2d ergaben sich die besten Ausschläge, wenn die spitzenpotentialableitende Elektrode auf dem Feld 13b auf der linken Körperseite lag.

Ich setzte in ein Pferdeskelett ein „Formalinherz" ein und suchte soweit als möglich das Herz hinsichtlich seiner Lage und anatomischen Achse zur Körperlängsachse natürlichen Verhältnissen getreu zu befestigen. Es zeigte nun ein durch das aufgehängte Herz gezogener Faden, der als Herzachse gedacht war, eine Ausmündung an den oben angegebenen Punkten. In ihrem unteren Ende kam die Achse am 6. Rippenbogen im Felde 13b auf der linken Seite zum Vorschein.

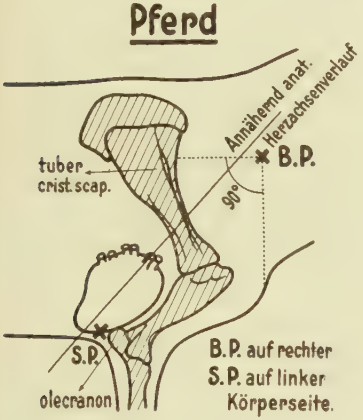


Abb. 7.

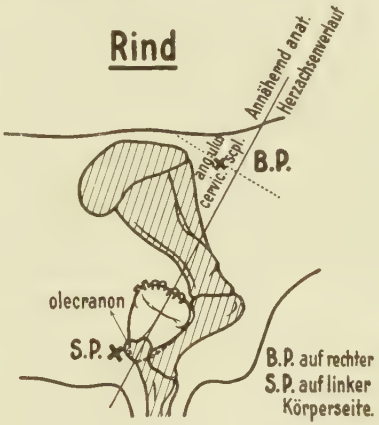


Abb. 8.

Obwohl also das Feld des besten Ableitungsortes sich auf den größten Teil von Scapula und Regio praescapularis erstreckt, soll aus bereits genannten Gründen ein engbegrenzter, leicht auffindbarer Ableitungsort topographisch-anatomisch festgelegt werden. Dabei ist beim Pferde vor allem darauf zu achten, daß der Ableitungsort — bei Nadelelektrodenableitung die Einstichstelle — nicht irgendwo mit der Geschirrlage kollidiert (Kummet, Brustgurt usw.). Daher halte ich die Scapula und den vorderen Scapularand für ungeeignet, da hier das Kummet zu liegen kommt, und glaube, daß sich am besten ein Punkt am rechten Halse zur Ableitung des Basispotentials eignet, da ja der Hals auch für Injektionen am geeignetsten ist, denn hier läßt sich die Haut am besten von der Unterlage abheben und eine Infektion des Stichkanals und ihre Folgeerscheinungen sind hier weniger unangenehm. Der Spitzenpotential ableitende Punkt ist möglichst nahe der vorderen Extremität zu wählen, um nicht direkt unter den Brustgurt zu fallen. So wählte ich schließlich als besten Ableitungsort am Pferd für veterinärklinische

Zwecke den Punkt BP an der an der beiliegenden Abbildung (s. Abb. Nr. 7) ersichtlichen Stelle als besten Ableitungspunkt des Basispotentials, den Punkt SP als besten Ableitungspunkt des Spitzenpotentials.

Beim Pferd liegen diese beiden Punkte SP zwischen sechster und siebenter Rippe in der Höhe und unmittelbar am Olecranon auf der linken, BP auf dem Berührungspunkte einer Horizontalen, die vom tuber spinae scapulae ausgeht und einer senkrecht darauf stehenden zum oralen Rand des bemuskelten Schultergelenkes führenden Linie auf der rechten Körperseite.

Ich halte diese Punkte, sowohl aus äußeren als auch inneren Gründen, für am zweckmäßigsten zur Ableitung vom Pferde.

Beim Rind verfuhr ich ähnlich wie beim Pferd. Ich teilte die Körperoberfläche ebenso in gleichgroße quadratische Flächen mit einer Seitenlänge von 15 cm ein und leitete so von Feld zu Feld ab, bei einer am gleichen Platze liegen bleibenden Elektrode. Auch hier beließ ich es in vielen Fällen beim Beobachten des Elektrokardiogramms auf der Mattscheibe, nur wesentlich in Zackenhöhe und Form abweichende Kurven registrierte ich. Von Kopf und Extremitäten wurde in einer besonderen Versuchsreihe abgeleitet.

Auch beim Rind konnte ich feststellen, daß eine Ableitung des Herzbasispotentials am besten an der rechten Scapula, vor allem im angulus cervicalis scapulae vorgenommen wird. Dabei kommt der Punkt mehr nach der Wirbelsäule zu liegen, was wieder sehr gut mit der höheren Ausmündung der Herzachse zusammen stimmt. Die Ableitung des Spitzenpotentials ist ebenfalls am zweckmäßigsten an der linken Unterbrust, in Olecranonhöhe, vorzunehmen.

Tatsächlich ergab ein analog wie beim Pferd in ein Rinderskelett unter Berücksichtigung seiner anatomischen Achse zur Herzlängsachse eingesetztes Formalinherz eine Ausmündung seiner Achse ziemlich nahe dem Scheitel des angulus cervicalis scapulae. Auch hier ist natürlich die ständig wechselnde, veränderte Ausmündung der Herzachse bei Systole und Diastole in Betracht zu ziehen, so daß gewissermaßen das arithmetische Mittel als endgültiger Ausmündungspunkt angegeben werden muß. Auf der linken Körperseite mündet die Achse ungefähr am 6. Rippenwinkel aus (s. Abb. Nr. 8).

Ich wählte schließlich den das Spitzenpotential ableitenden Punkt (SP) zwischen 5. und 6. Rippe in der Höhe und unmittelbar hinter dem Olecranon und den das Basispotential ableitenden (BP) auf der Halbierungslinie des angulus cervicalis scapulae, auf der rechten Körperseite, eine Handbreit vom Scheitel des Winkels entfernt.

Extremitätenableitungen analog den günstigen Ableitungen beim Menschen bewährten sich bei Pferd und Rind nicht.

EinVergleich dieser Ergebnisse bei Pferd und Rind hinsichtlich des Endresultates, daß linke Unterbrust und rechte Halsseite die brauchbarsten Aktionsstromkurven ergeben, mit der Tatsache, daß diese angegebenen Ableitungsorte mit den Ausmündungspunkten der anatomischen Herzachse übereinstimmen, läßt deutlich erkennen, daß zwischen beiden ein Zusammenhang bestehen muß. Wenn auch nicht, wie Waller annahm, die elektrische Achse, das heißt die Richtung der die Potentialdifferenz ausdrückenden Linie ungefähr der Richtung der anatomischen Achse des Herzens entsprechend verläuft, welche die Mitte der Basis mit der Spitze verbindet, sondern wie Einthoven als erster feststellte, stetig gemäß dem ständigen Wechsel der sie bestimmenden Einzelkräfte wechselt, so scheint doch im wesentlichen der Stromverlauf von der Basis zur Spitze und umgekehrt zu sein. Verläuft doch auch die Erregung und Kontraktion des Herzens annähernd der anatomischen Herzachse entlang. Daher kommt das Basispotential am besten in der HBasis und in ihr naheliegenden Körperteilen, das Spitzenpotential am besten an der Herzspitze und deren Umgebung zum Ausdruck.

Die Tatsache, daß die Potentialunterschiede der elektrischen Ströme am größten sind und am deutlichsten zum Ausdruck kommen bei Achsenableitung, erkläre ich mir folgendermaßen:

Bei direkter Ableitung der Ströme vom Herzen wird die eine Elektrode an der Basis, die andere an der Spitze angelegt. Man erhält damit ein Elektrokardiogramm mit bestausgeprägter Vorhof-, Haupt- und Nachschwankung, da sämtliche Teile des Herzens zwischen den Elektroden liegen.

Stellt man sich nun das Herz besonders vergrößert vor, unter Beibehaltung derselben Form und Lage der Achse, so trifft schließlich die Basis mit der sie in der Mitte durchziehenden Achse mit dem Punkte BP und die Spitze mit der Achse bei SP, unseren gefundenen besten Ableitungspunkten, zusammen. Da bei dieser Ableitung sämtliche Teile des Herzens zwischen die Ableitungsorte zu liegen kommen, zeigt das dabei gewonnene Elektrokardiogramm sämtliche Phasen deutlich ausgeprägt und weil bei dieser Ableitung die größte Potentialdifferenz herrscht, erhält man hier auch die besten und höchsten Ausschläge.

Es wird also in unseren gefundenen Punkten gleichsam vom Herzen direkt abgeleitet, und zwar liegt bei dieser Achsenableitung die eine Elektrode gewissermaßen an der Herzbasis, die andere an der Herzspitze.

Einigermaßen leicht verständlich gemacht werden kann die Erscheinung, daß man der Gegend der Herzachsenausmündung an der Körperoberfläche ableiten muß, durch folgende Betrachtung: Stellt man sich in der beiliegenden Figur (s. Abb. 9) vor, daß bei E und F zu

einem Galvanometer abgeleitet wird, während man an den Enden der Linie a—b, deren Verlängerung auf dem Mittelpunkt der Würfeloberfläche senkrecht steht, eine elektrische Spannungsdifferenz anbringt, so bleibt das Galvanometer in Ruhe.

Dreht man jedoch die Linie a—b mit seinen an den Endpunkten angebrachten Polen, so schlägt das Galvanometer aus, und zwar um so stärker, je mehr die Linie a—b in der Richtung c—d zu stehen kommt. Bei parallel zur Verbindungslinie der Ableitungsorte gebrachter Potentialdifferenz, bei gleichbleibender Spannungsdifferenz, zeigt das Galvanometer die größten Ausschläge.

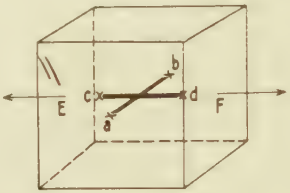


Abb. 9.

(Aus Weber: „Die Elektrokardiographie und andere graphische Methoden der Kreislaufdiagnostik.“)

In unsere Verhältnisse übertragen ist a gleich Herzspitzenpotential (S) und b gleich Basispotential (B). SP und BP sind E und F. Je mehr nun die Verbindungslinie von S und B in der Richtung der Linie BP und SP zu stehen kommt, um so größer sind die Ausschläge des Galvanometers.

Ein Beweis dafür ist z. B. die von mir gemachte Ableitung „linke Kopfseite — rechte Kopfseite, linke Kruppe und rechte Kruppe“, wo die Verbindungslinie der Ableitungspunkte in ganz und gar andere Richtung zu stehen kommt als die Linie S—P und das Galvanometer wegen Ausgeglichenheit des Potentials in Ruhe bleibt. Das Galvanometer gibt aber auch Ausschläge, wenn mindestens ein Punkt S oder P oder deren nähere Umgebung auf die Verbindungslinie der das Herzspitzenpotential und Herzbasispotential ableitenden Punkte zu liegen kommt. Liegt z. B. die eine Elektrode bei SP an der linken Brustseite, die andere am rechten Hinterfuß, so gibt das Galvanometer ebenfalls Ausschläge, wenn auch verhältnismäßig kleinere.

Meines Erachtens kann das damit erklärt werden, daß eben nicht Basis und Spitze gleichbleibend positiven und negativen Pol bilden,

sondern jeder Punkt des Herzens wechselndes Potential annimmt und es somit genügt, wenn nur ein Punkt, sei es S, sei es B, zwischen die ableitenden Elektroden zu liegen kommt.

Vergleiche ich den von mir gefundenen Ort der Ableitung bei großen Haustieren mit den Ergebnissen früherer Untersuchungen, so ergibt sich folgendes: Wenn Nörr und auch Kahn die Extremitätenableitung beim Pferd für wenig geeignet halten und dasselbe später von Nörr auch beim Rind festgestellt wurde, so kann ich das an Hand meiner Versuche bestätigen. Wenn Nörr als Ableitungsort für die Basis die rechte Vorderbrust angibt, so waren für ihn rein praktische Momente maßgebend, da sich auf der breiten Vorderbrust die Elektroden am besten befestigen ließen.

Meine vergleichenden Versuche mit dieser von Nörr angegebenen rvbr.—lubr. = Ableitung ergaben besser ausgeprägte Vorhof- und größere I-schwankungen, so daß meine angegebene Ableitung SP—BP dieser vorzuziehen sein dürfte.

Die Kahnsche Ableitung a—b kam meiner Ableitung sehr nahe, ist fast identisch mit ihr zu nennen. Nur liegt der angegebene Punkt b, obwohl der Herzachsenausmündung ganz nahe, technisch ungünstig, weil er in die Gegend der Geschirrlage beim Pferd fällt (Kummet), was bei Nadelableitung möglichst umgangen werden soll. Was die Ableitung $c—c_1$ nach Kahn anbelangt, die ein besonders gut ausgeprägtes Vorhofelektrokardiogramm, allerdings unter Vernachlässigung der Hauptkammerschwankung, geben soll, so konnte ich mit dieser Ableitung nur recht unübersichtliche, verzitterte Herzstromkurven erhalten.

Beim Rinde hat nur Nörr diesbezügliche Versuche angestellt, und meine Ergebnisse stimmen mit den von ihm am Rinde gemachten Erfahrungen überein. Er gibt als beste Ableitungsstellen linke Unterbrust und regio praescapularis an, Stellen, die auch ich als am zweckmäßigsten zur Ableitung fand. Nur sind die Ableitungsorte in seinen Angaben zu weit gefaßt.

III. Hauptteil.

Über die Form des Elektrokardiogramms.

Das graphische Bild einer Herzstromkurve entsteht dadurch, daß einerseits in der Richtung einer Kurvenabszisse sich gleichmäßig ein lichtempfindlicher Streifen abrollt und andererseits ein vom Spiegelchen der Meßschleife reflektierter Lichtstrahl sich in der Richtung einer Kurvenordinate rasch hin und her bewegt. So setzt sich das normale Elektrokardiogramm aus mehreren kleinen und großen, bald flachen und steilen, bald nach unten (negativen), bald nach oben (positiven) verlaufenden Ausschlägen, sog. Zacken, zusammen. In einer längeren Herzstromkurve erkennt man deutlich ein Wiederkehren der Zackenkomplexe entsprechend der jeweiligen Herztätigkeit.

Durch gleichzeitige Registrierung des Arterien- und Venenpulses, sowie durch direkte Ableitung von Herzen bei Tieren nach Thoraxeröffnung konnte je nach Anlage der Elektroden, sei es, daß dabei der Vorhof oder die Kammer ausgeschaltet wurde, festgestellt werden, daß von den zwei Hauptzackengruppen im Elektrokardiogramm die eine vom Vorhof herrührt, die andere der Kammertätigkeit entspricht.

Auf die für die einzelnen Zacken des Menschenelektrokardiogramms eingeführte Einthovensche Nomenclatur will ich nicht weiter eingehen. Obwohl sich die Einthovensche Nomenclatur fast allgemein durchsetzt und die Kraus-Nikolaische verdrängt hat, möchte ich mich doch der Ansicht Nörrs anschließen und die Kraus-Nikolaische Bezeichnung der Zackengruppen für veterinärmedizinische Zwecke geeigneter halten, da die Einthovensche Nomenclatur für das formenreichere Elektrokardiogramm der Tiere nicht ausreicht. Bei der Nomenclatur nach Kraus-Nikolai lassen sich durch vorgesetzte oder nachgesetzte Ergänzungsbuchstaben die mannigfacher auftretenden Zacken besser bezeichnen. Es bedeutet also, wie aus der Figur ersichtlich, die nebenstehend beigefügt ist, A (Atrium), den Ausdruck des Vorhofs, I (Initial-) und F (Final-schwankung) den Ausdruck der Kammertätigkeit (s. Abb. 10).

Während bei der unter gleichen Bedingungen direkt abgeleiteten Stromkurve vom isolierten Saugetier- und Menschenherzen gleiche kon-

stante Stromkurven sich ergeben, so daß die für eine Gattung typische Normalform verloren geht, kann bei der Ableitung von der Körperoberfläche von einem deutlich ausgeprägten Typ des Pferde- und einem Typ des Rinderelektrokardiogramms gesprochen werden.

Das Hauptcharakteristikum dieses Typs ist beim Pferde die nach unten gehende große I-schwankung, die bereits die erste von Einthoven gewonnene Herzstromkurve vom Pferde aufweist.

Nörr fand bei seiner Ableitung von rechter Vorderbrust und linker Unterbrust dieselbe Kurvenform für das Pferd und spricht von einem „Typ" des Pferdeelektrokardiogramms. Kahn schließt sich in seinen Elektrokardiogrammstudien über das Pferd dieser Ansicht an. Beim Rinde fand Nörr ebenfalls neben anderen Besonderheiten diese große nach unten gehende I-schwankung als charakteristisch und spricht von einem „Typ" des Rinderelektrokardiogramms.

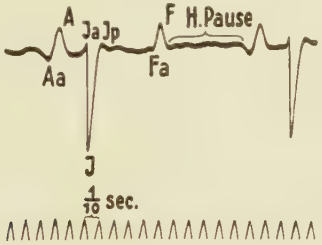


Abb. 10.

Bei meinen ca. 200 an mehr als 50 Pferden aufgenommenen Elektrokardiogrammen konnte ich feststellen, daß bei jeglicher Ableitung vom Thorax dieser Typ gewahrt bleibt, d. h. I ist immer negativ.

So wurde diese Form beibehalten in allen Herzstromkurven, die ich erhielt, indem ich mit der das Herzspitzenpotential ableitenden Elektrode an der linken Unterbrust und mit der anderen an irgendeinem Punkte der rechten Körperhälfte, ja selbst der linken Körperhälfte ableitete, nur mußte diese das Basispotential ableitende Elektrode genügend weit von der anderen entfernt liegen.

Dasselbe Resultat ergab das umgekehrte Verfahren, d. h. das Abtasten der linken Körperoberfläche mit der das Spitzenpotential ableitenden Elektrode, wenn die andere Elektrode am rechten Halsansatz, unserem Punkte BP, liegen blieb.

Wohl war dabei eine Veränderung der Größenverhältnisse von A, I und F im gegenseitigen Verhältnisse ins Auge fallend. A wurde, je

mehr mit der das Basispotential ableitenden Elektrode der Hinterhand zu abgeleitet wurde, kleiner bis unsichtbar — ebenso wenn mit der anderen Elektrode dem Kopf zu abgeleitet wurde. I nahm ebenfalls je nach Ableitungsort an Größe zu oder ab, blieb aber immer negativ.

Wenn der Typ des Elektrokardiogramms bei allen Rumpfableitungen beibehalten wird, so gilt dies auch für die Ableitung von den Extremitäten, wenn folgende Polung vorgenommen wird. (Die Polung ist übrigens einzuhalten, sonst gibt es verkehrte Elektrokardiogramme mit negativem A und F und positivem I.)

Bei der Ableitung von den Extremitäten ist also folgendes zu berücksichtigen.

Bei Ableitung l. v.—r. v. hat l. v. Sp.-Pot., r. v. Bas.-Pot.; bei l. v.—r. h. und l. v.—l. h. hat l. v. immer Bas.-Pot., r. h. und l. h. Sp.-Pot.; bei r. v.—r. h. und r. v.—l. h. hat r. v. immer Bas.-Pot., l. h. und r. h. Sp.-Pot.

Abb. 11.

Braune Stute, ca. 16 Jahre alt. Ableitung v. l.—v. r. System 10. Papiergeschwindigkeit 30.

Abb. 12.

Fuchsstute, 6 Jahre alt. Ableitung lubr.-rubr. beiderseits in der Höhe des Olecranons. System 4. Papiergeschwindigkeit 30.

Eine dem menschlichen Elektrokardiogramme ähnliche, gewissermaßen mit diesem übereinstimmende Herzstromkurve mit dem Hauptcharakteristikum der positiven I-Schwankung konnte ich in keinem Falle erhalten. Wohl ist I a bei manchen Ableitungen, z. B. v. l. und v. r., derartig groß im Vergleich zu I selbst, daß I a den Eindruck erweckte, als sei es die positive I-Zacke (s. Abb. 11).

Dasselbe ist der Fall bei einer Ableitung von unserem Punkte SP (Fehl 13b) an der linken Unterbrust und einem diesem auf der rechten Körperseite entsprechenden Punkte in der Gegend und in der Höhe des rechten Olecranons.

Die Vergleichsmöglichkeit vom Pferdeelektrokardiogramm und Rinderelektrokardiogramme mit dem des Menschen ist durch diese Tat-

sache erschwert, und es können daher die gegenseitigen Resultate bei der Forschung auf diesem Gebiete verhältnismäßig schwer verglichen werden.

Wenn festgestellt wurde, daß bei Achsenableitung die höchsten Ausschläge des Galvanometers wegen größter Potentialdifferenz erzielt werden, so kann gesagt werden, daß gegenüberliegende Punkte, d. h. Punkte an der linken Kopfseite und an der rechten, ferner am linken und rechten Hals, linker und rechter Kruppe wegen geringer oder überhaupt ausgeglichener Potentialdifferenz keine Ausschläge des Galvanometers zeigen. Geringe Ausschläge bei gegenüberliegendem Elektrodenansatz ließen sich nur ganz im Bereich des Herzens, gewissermaßen zwischen 2 Punkten, deren Verbindungslinie durch das Herz oder wenigstens durch den Herzbereich ging, erreichen.

Ableitungen von linker Unterbrust mit der Stirne oder rechter Halsseite und Stirne ergaben gute Elektrokardiogramme, ein Zeichen dafür, daß die großen Knochenmassen eines Säugetierschädels eine Ausbreitung der Herzaktionsströme nicht hindern können.

Aus meinen Versuchen kann ferner die Verteilung von Spitzen- und Basispotential im Körper und auf der Körperoberfläche ersehen werden. Es kann das Spitzenpotential auf der linken und das Basispotential auf der ganzen rechten Körperhälfte abgeleitet werden. Bei Extremitätenableitung ist so zu verfahren, daß immer an die Extremität, gegen welche die Herzspitze gerichtet ist, die das Spitzenpotential ableitende Elektrode angelegt wird. Es erhält also r. v. bei allen drei damit möglichen Kombinationen Basispotential — l. v. ebenfalls, ausgenommen v. l. — v. r., wo v. l. Spitzenpotential hat.

Über die Form dieses Pferdeelektrokardiogramms kann ich an der Hand meiner Versuche folgendes bemerken:

Bei der Vorhofschwankung A schließen die meist gleich langen Schenkel einen nahezu rechten Winkel ein. In 32 von 50 Fällen bestand A aus einer einfachen Zacke. In 18 Fällen dagegen war sie deutlich gespalten, also doppelgipflig, dabei war fast immer die erste Zacke kleiner als die zweite, manchmal zeigte sie sich nur als Verdickung auf dem aufsteigenden Schenkel von A. Nur in einigen Fällen war diese erste Zacke deutlich an Größe der zweiten überlegen. Diese vorangehende Zacke dürfte mit der in der Literatur erwähnten sog. Hohlvenenzacke, die manchmal deutlich vor A abgesetzt war, identisch sein. Ferner war A in einigen Fällen diphasisch, d. h. eine negative Zacke vor A deutlich ausgeprägt (s. Abb. 3).

Gänzlich abhängig vom Ort der Ableitung ist die Form der Kammerzacke Ja—J—Jp.

Ja ist bei den einzelnen Tieren in $^2/_3$ aller Fälle vorhanden, aber in Größe wechselnd. Fast nicht vorhanden ist Ia bei Extremitätenab-

leitung. J selbst ist, je nach Ableitungsort in Größe variierend, immer negativ. Der aufsteigende Schenkel ist meist länger als der absteigende. Ip ist bei Rumpfableitung nie vorhanden, bei Extremitätenableitung tritt Ip sehr deutlich hervor, ausgenommen v. l.—v. r. (s. Abb. 16).

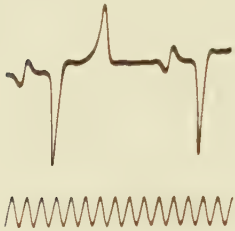


Abb. 13.

Brauner Wallach, 6 Jahre alt. Ableitung: lubr.—rvbr. A = diphasisch. F sehr groß! System 3. Papiergeschwindgkeit 30.

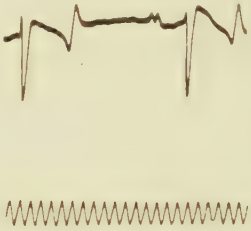


Abb. 14.

Fuchsstute, 11 Jahre alt (dämpfig). A deutlich doppelgipflig. Ableitung: lvbr.—rubr. System 4. Papiergeschwindigkeit 30.

Abb. 15.

Hengstfohlen, 8 Monate alt. (Kopper.) Ia sehr groß! Ableitung: SP—BP. System 3. Papiergeschwindigkeit 30.

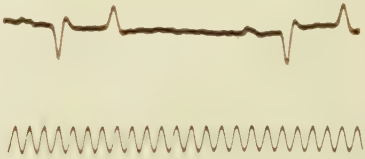


Abb. 16.

Fuchsstute, 16—18jährig. Ableitung: lv.—rh. System 10. Papiergeschwindigkeit 30.

Am meisten variierend im ganzen Pferdeelektrokardiogramm ist die Nachschwankung F. Man kann zwei Haupttypen von Elektrokardiogrammen, die durch diese Verschiedenheit der Nachschwankung entstanden sind, unterscheiden.

In Typ I bildet der aufsteigende Schenkel von J in Abszissenhöhe eine Biegung im ungefähren Winkel von 90°, verläuft dann ohne jede Zackenbildung nach unten und läßt eine deutliche, positive F-Zacke, die sogar größer als J werden kann, mit steiler aufsteigendem als abfallendem Schenkel in Erscheinung treten (s. Abb. 17).

Man hat also in diesem Falle eine monophasische Nachschwankung.

In Typ II biegt der aufsteigende Schenkel von J, der meist bedeutend den absteigenden an Länge übertrifft, um und bildet in einem großen Bogen nach unten gehend, den absteigenden Schenkel einer in Größe sehr variierenden negativen Zacke Fa (s. Abb. Nr. 18).

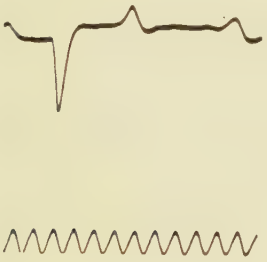


Abb. 17.

Fuchsstute, 4 Jahre alt. (Leidet an Druse.) Typ I. Monophas. Nachschwankung. Ableitung: lubr.—rvbr. System 3. Papiergeschwindigkeit 30.

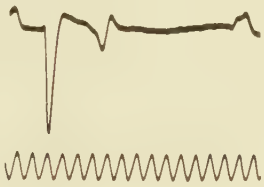


Abb. 18.

Fuchsstute, 16—18 jährig. Typ II. Nachschwankung diphasisch. Ableitung: lubr.—rvbr. System 3. Papiergeschwindigkeit 30.

Der aufsteigende Schenkel von Fa ist viel steiler und bildet zugleich den aufsteigenden Schenkel der positiven F-Zacke, der bei dieser Form immer länger ist als der absteigende. Diese Fa-Zacke kann dabei so groß oder gar größer als J selbst werden. Die Nachschwankung ist also in diesem Falle diphasisch.

Bei 50 Pferden fand ich 20 mal Typ I und 30 mal Typ II.

Der jeweilige Typ ist für die einzelnen Tiere individuell und unabhängig vom Ableitungsort.

Bei Typ II fällt F meist recht klein aus (s. Abb. 20), während es bei Typ I sehr groß werden, ja selbst die Größe von J erreichen kann (s. Abb. 19).

Form II ergibt, je nachdem die Fa-Zacke klein oder groß ist und je nachdem der absteigende Schenkel derselben gerade, s-förmig, einen

großen Bogen nach oben bildend oder mehr flach verläuft, ein sehr verschiedenes Bild.

Form I ist dagegen von ziemlich einheitlicher Form.

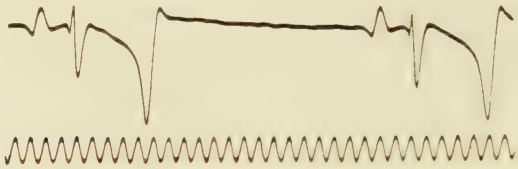


Abb. 19.
Brauner Wallach, 6 Jahre alt. (Kopper.) F a größer als J, F klein, J a groß, A diphasisch.
Ableitung: SP—BP. System 3.

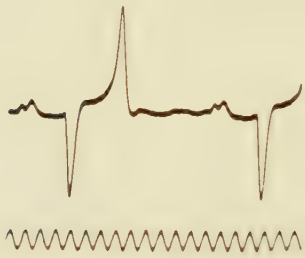


Abb. 20.
Fuchsstute, 5 Jahre alt. Morbus maculosus. F größer als J! System 3. Papiergeschwindigkeit 30.

Über den zeitlichen Ablauf der einzelnen Zacken soll kurz folgende Tabelle unterrichten. (In der Tabelle wurden nur durch Achsenableitung gewonnene Elektrokardiogramme berücksichtigt. Die Zeitregistrierung geschah in $^1/_{10}$ Sekunde. Motorgeschwindigkeit 30 mm pro Sekunde.)

Zeitlicher Ablauf von (im Durchschnitt)

	A	J	J—F	F
Zeit in Sekunden	0,075 0,15	0,04—0,09	0,25—0,38	0,1—0,12

Die Herzpause dauert des langsamen Herzschlages wegen verhältnismäßig lange und verläuft als isoelektrische Linie in der Abszisse. Die Dauer schwankt zwischen 0,6 und 0,8 Sekunden (Maximum 1,5″).

Auch vom Rinderelektrokardiogramm kann gesagt werden, daß es 2 Typen gibt. Wie beim Pferde liegt dieser Unterschied in der verschiedenen Form der Kammernachschwankung. So zeigen die beiden Abbildungen (s. Abb. 21 und 22) dieser beiden Typen.

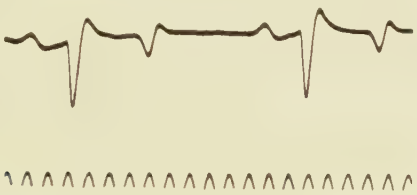


Abb. 21.
Rind. Gelb-weiß, Simmentaler. $1^1/_2$ Jahr alt. (Distomatose.)
Typ II. Ableitung: SP—BP. System 3. Papiergeschwindigkeit 40.

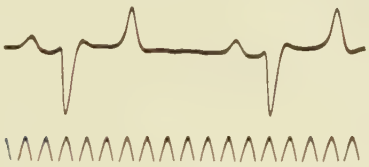


Abb. 22.
Rind. Rot-weiß. $1^1/_2$ jährig. (Distomatose.) Typ I.
Ableitung: SP—BP. System 3. Papiergeschwindigkeit 40.

Bei meinen Ableitungen an Rindern konnte ich feststellen, daß von 10 Rindern 4 den Typ I, 6 den Typ II aufweisen. Die jeweilige Form ist für ein Tier individuell und kann nicht durch etwaige Veränderung des Ableitungsortes von Typ I in Typ II oder umgekehrt übergeführt werden. Dabei ähnelt gerade Typ I dem Pferdeelektrokardiogramm Typ I derart, daß bei oberflächlicher Betrachtung kaum ein Unterschied der beiden in die Augen fällt (s. Abb. 23 und 24).

Trotzdem zeigt das Rinderelektrokardiogramm bei genauer Betrachtung einige charakteristische Merkmale. Denn wenn man die Kurven vergleichsweise betrachtet, so sieht man, daß die die einzelnen Zacken verbindenden Linien nicht in gleicher Höhe liegen. Sieht man

nämlich die die Herzpause darstellende Kurvenlinie als isoelektrische Linie an, so liegt die Verbindungslinie von A und J immer tiefer. Charakteristisch ist ferner, daß immer ein Ansteigen dieser Linie von A bis J zu bemerken ist. Dieses Aufsteigen von A bis J ist eine konstante Erscheinung im Rinderelektrokardiogramm und ist unabhängig vom Ableitungsort, wie ich bei meinen Abtastversuchen feststellen konnte.

A besteht in der Regel aus einer Zacke mit gleichlangen Schenkeln und schließt ungefähr einen Winkel von 70—90° ein. Zweigipfligkeit von A war in keinem Falle deutlich ausgeprägt.

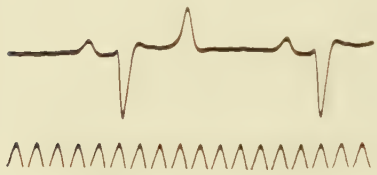


Abb. 23.
(Vergl. Abb. 17.)

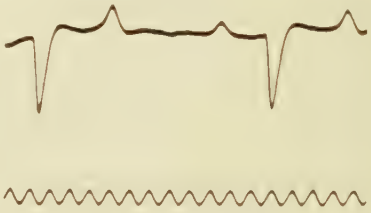


Abb. 24.
(Vergl. Abb. 17.)

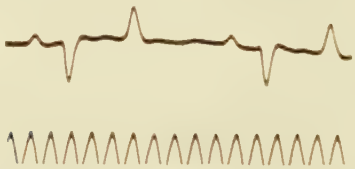


Abb. 25.
Vergl. Abb. Nr. 22. Ableitung: Nabelgegend — Vorderbrust.
F so groß wie J.

J a ist individuell bald leicht angedeutet, bald gut ausgeprägt. Der wieder aufsteigende Schenkel von J ist in der Regel länger als der absteigende, so daß die Verbindungslinie von J—F ebenfalls meist absteigend ist. Bei Typ II mehr als bei Typ I.

Bei Typ I ist die positive F-Zacke deutlich ausgeprägt und hat einen steiler ansteigenden als abfallenden Schenkel. F kann in bezug auf Größe J gleichkommen oder dieses übertreffen (s. Abb. 25).

Bei Typ II bildet das Verbindungsstück von J und F einen Bogen nach unten. Dabei ist dieser absteigende Schenkel der negativen F a-

Zacke weniger steil als der rasch ansteigende Schenkel von Fa. Dieser bildet dabei den aufsteigenden Schenkel von F, das auf Kosten der großen Fa-Schwankung sehr klein wird. Je größer die Fa-Zacke, um so kleiner ist F selbst.

Über den zeitlichen Ablauf soll kurz folgende Tabelle unterrichten. (Die Elektrokardiogramme sind mit Herzachsenableitung gewonnen, Zeitregistrierung $^1/_{10}$ Sek., Motorgeschwindigkeit 40 mm pro Sek.)

Zeitlicher Ablauf von (im Durchschnitt)

	A	A—J	J	J—F	F
Zeit in Sekunden	0,1—0,12	0,1	0,08—0,1	0,2—0,3	0,08—0,12

Ein Vergleich von Rinder- und Pferdeelektrokardiogramm zeigt im allgemeinen große Übereinstimmung, ja in manchen Fällen (Typ I!) überraschende Ähnlichkeit.

Bereits Kahn hat nach seinen Ableitungsversuchen die Vermutung ausgesprochen, daß die von ihm gewonnene Form des Elektrokardiogramms mit der typischen negativen J-Zacke Eigentümlichkeit aller unserer großen Haustiere zu sein scheint. Die Ergebnisse von Nörr und meine eigenen können dies bei dem Vergleich vom Rinder- und Pferdeelektrokardiogramm weitgehendst bestätigen.

Zusammenfassung und Ergebnisse.

I.

Zur Ermittlung der für veterinärklinische Zwecke brauchbarsten **Elektroden** bei Aufnahme von Elektrokardiogrammen an großen Haustieren werden Versuche angestellt mit amalgierten Zinkplatten, Silberplatten, Messingscheiben mit Handgriff und Nadeln.

Die Nadelelektroden sind sowohl hinsichtlich ihrer Handhabung, als auch in Bezug auf die damit erzielten Elektrokardiogramme zur Ableitung bei großen Haustieren den anderen vorzuziehen.

Am zweckmäßigsten erweisen sich zur Ableitung die gewöhnlichen Injektionsnadeln.

Bei besonders empfindlichen oder bösartigen Tieren können die Messingscheibenelektroden mit isoliertem Handgriff in Anwendung gebracht werden.

II.

Zur Ermittlung des geeignetsten **Ableitungsortes** wird der Tierkörper bei Pferd und Rind gleichsam abgetastet.

Am besten eignet sich beim Pferd und Rind eine Ableitung, annähernd an den Ausmündungspunkten der anatomischen Herzachse am Rumpfe.

Der das Spitzenpotential ableitende Punkt (SP) liegt beim Pferde zwischen 6. und 7. Rippe auf der linken Körperseite in der Höhe und unmittelbar hinter dem Olecranon.

Der das Basispotential ableitende Punkt (BP) liegt auf der rechten Körperseite, auf dem Schnittpunkt einer Horizontalen, die durch den tuber spinae scapulae geht und einer senkrecht darauf stehenden Linie, die vom bemuskelten oralen Rande des Schultergelenks ausgeht (Halsaufsatz).

Beim Rind liegt der das Spitzenpotential ableitende Punkt (SP) auf der linken Körperseite zwischen 5. und 6. Rippe in der Höhe und unmittelbar hinter dem Olecranon.

Der das Basispotential ableitende Punkt (BP) kommt auf die Halbierungslinie des angulus cervicalis scapulae, eine Handbreit von dem Scheitel des Winkels entfernt auf die rechte Körperseite zu liegen.

Extremitätenableitungen bewähren sich bei Pferd und Rind nicht.

III.

Man kann zwei Typen des Pferdeelektrokardiogramms unterscheiden:

Typ I mit monophasischer,
Typ II mit diphasischer Nachschwankung.

In 40 % aller Fälle ist A (Vorhofzacke) doppelgipflig.

J ist bei Rumpfableitung und Extremitätenableitung

Ip kommt bei Rumpfableitung nicht zum Ausdruck.

I ist bei Rumpfableitung und Extremitätenableitung (bei Einhaltung der in der Arbeit angegebenen Polung) immer negativ (nach unten gehend).

Ebenfalls kann man beim Rinderelektrokardiogramm zwei Typen unterscheiden:

Typ I mit monophasischer,
Typ II mit diphasischer Nachschwankung.

A ist in allen 10 Fällen eingipflig.

Ja ist bei Rumpfableitung meist vorhanden.

J ist immer negativ, sowohl bei Rumpf- als auch bei angegebener Extremitätenableitung.

Jp kommt nur bei Extremitätenableitung zum Ausdruck.

A—J ist, unabhängig vom Ableitungsort, in allen Fällen steigend, somit als Charakteristikum des Rinderelektrokardiogrammes zu nennen.

Als Ablaufzeit für die einzelnen Schwankungen konnte ermittelt werden

I. beim Pferd: für A 0,075—0,15, J 0,04—0,09, J—F 0,25—0,38, F 0,1—0,12 Sekunden.
II. beim Rind: für A 0,1—0,12, A—J 0,1—0,12, J 0,08—0,1, J—F 0,2—0,3, F 0,08—0,12 Sekunden.

An dieser Stelle möchte ich dem Direktor der Medizinischen Veterinärklinik, Herrn Professor Dr. Nörr, für die Überlassung des Themas und für die stets bereitwillige Unterstützung meiner Arbeit in Rat und Tat nochmals meinen herzlichsten Dank aussprechen.

Literatur

1. Boden und Neukirch, Elektrokardiographische Studien am isolierten Säugetier- und Menschenherzen. (Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie 171.)
2. Böttcher, Über die klinische Verwertbarkeit von Nadelelektroden (Straub) bei der Elektrokardiographie. (Kl. W. 2, 808, 1917.)
3. Einthoven, Über die Deutung des Elektrokardiogramms. (Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie 149.)
4. Einthoven, Weiteres über das Elektrokardiogramm. (Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie 122.)
5. Kahn, Das Pferdeelektrokardiogramm. (Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie 1913, 154.)
6. Kraus, Nikolai, Mayer-Lierheim, Prinzipielles und Experimentelles über das Elektrokardiogramm. (Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie 155.)
7. Nörr, Das Elektrokardiogramm des Pferdes. Seine Aufnahme und Form. (Zeitschr. f. Biologie 1913, 61.)
8. Nörr, Über Herzstromkurvenaufnahmen an Haustieren. (Archiv f. wiss. u. prakt. Tierheilkunde 48.)
9. Nörr, Elektrokardiogrammstudien am Rind. (Zeitschr. f. Biologie 1921, 73.)
10. Samojloff, Elektrokardiogramme. (Sammlung anat. u. phys. Vorträge u. Aufsätze 2. Heft.)
11. Schellong, Die physikalischen Grundlagen der Elektrokardiographie. (Zeitschr. f. d. ges. exp. M. 1926, 50.)
12. Straub, Über einen vereinfachten Weg der Ableitung von Elektrokardiogrammen. (Kl. W. 1, 1922.)
13. Tchermak, Die Lehre von den bioelektrischen Strömen. (Lehrb. der vergl. Phys. der Haustiere von Ellenberger und Scheunert.)
14. Weber, Die Elektrokardiographie und andere graphische Methoden der Kreislaufdiagnostik. Berlin (Springer) 1926.
15. Wenkebach und Winterberg, Unregelmäßige Herztätigkeit. 1927. Verlag W. Engelmann.
16. Winterberg, Das Elektrokardiogramm. Seine Theorie und praktische Bedeutung. (Med. Klin. 1911.)

Lebenslauf

Geboren wurde ich am 23. April 1902 in Wolfsegg, Kreis Oberpfalz in Bayern, als Sohn des Oberforstverwalters Hubert Lautenschlager zu Grafenwöhr (Oberpfalz) und seiner Ehefrau Friedericke geb. Amon. Ich besuchte die Volksschule zu Grafenwöhr, das humanistische Gymnasium zu Regensburg und Weiden, woselbst ich im Frühjahr 1923 das Reifezeugnis erlangte. An der tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität zu München studierte ich dann vom Sommer-Semester 1923 bis zum Winter-Semester 1926/27. Nach dem dritten Semester legte ich den ersten Teil, nach dem vierten Semester den zweiten Teil der tierärztlichen Vorprüfung ab. Nach dem achten Semester bestand ich im Frühjahr 1927 die tierärztliche Fachprüfung in München. Seit Ende Juli 1927 arbeite ich an der hiesigen Med. Veterinärklinik an meiner Promotionsarbeit.